

DECIMOQUINTA CONVOCATORIA PARA EL FOMENTO DE LA INVESTIGACIÓN Y LA INNOVACIÓN 2020

Título del proyecto

COMPARACIÓN DE LA FUERZA MÁXIMA DE AGARRE ENTRE UNA POBLACIÓN LABORAL INDUSTRIAL Y UNA POBLACIÓN LABORAL ADMINISTRATIVA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ

Campo de acción

Transdisciplinariedad - Aporte al PIM

Teniendo en cuenta el plan de desarrollo de la USTA 2016-2019, el proyecto aporta al PIM así [1]:

Línea 3 Proyección social e investigación pertinentes	
Objetivo: Focalizar y articular la investigación y la proyección social de la USTA con visibilidad e impacto nacional y global	
Subobjetivo	3.4 Incrementar la producción investigativa con impacto regional, nacional e internacional.
Acciones	3.4.1. Establecer redes nacionales de investigación e innovación de carácter interdisciplinario que respondan a los campos de acción identificados. 3.4.5. Desarrollar estrategias que permitan verificar la articulación de las funciones de docencia y proyección social en la producción investigativa de la USTA.
Metas	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento del 30% de la producción investigativa de impacto en la USTA. • Mejora en la clasificación de los grupos de investigación de la USTA. • Definición de áreas de investigación e innovación. • Definición del portafolio de innovación e investigación.
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de proyectos de investigación articulados con proyectos y estrategias de proyección social. • Promedio de publicaciones del grupo de investigación en ámbitos nacionales e internacionales. • Porcentaje de estudiantes vinculados con grupos o proyectos de investigación a través de: semilleros de investigación, trabajos de grado, jóvenes investigadores y asistentes de investigación.

Articulación con funciones sustantivas y el sector social y productivo

El presente proyecto de investigación se articula con misión institucional al integrar los docentes de la Facultad de Ingeniería Industrial y sus estudiantes en un proceso de aprendizaje, investigación y proyección social de la siguiente manera:

Misión institucional	<ul style="list-style-type: none"> • Promover la formación integral (docencia-investigación-proyección social) por medio de una investigación participativa de docentes, estudiantes y empresa respondiendo de forma ética, creativa y crítica a las necesidades de generar entornos laborales saludables que promuevan el cuidado de la salud de los trabajadores en su etapa laboral y en etapa de retiro.
Docencia	<ul style="list-style-type: none"> • Extensión de Cátedra con el curso de Gestión de la Salud y Seguridad en el trabajo, y medio ambiente del programa de Ingeniería Industrial
Investigación	<ul style="list-style-type: none"> • Responde a la línea de Mejoramiento de Procesos del Grupo de Investigación en Procesos Organizacionales (GIPO) en la temática Salud y Seguridad en el trabajo aprobada por Comité de Investigación de la Facultad de Ingeniería Industrial en Acta 03 del 27 de febrero del año 2019 • Generación de proyectos en el Semillero de Mejoramiento de Procesos SiMeP de la Facultad de Ingeniería Industrial
Proyección Social	<ul style="list-style-type: none"> • Corresponde a un proyecto aplicado en empresas que provee insumos para los programas de prevención de lesiones osteomusculares. Adicionalmente, provee a la academia y a la industria un referente de fuerza de agarre que puede ser aplicado en diversas áreas del conocimiento.

Grupo de investigación		Línea de investigación en la que se inscribe el proyecto	
Grupo de Investigación en Procesos Organizacionales (GIPO)		Mejoramiento de Procesos (MP)	
Nombre del Investigador principal	Enlace CvLAC	Enlace ORCID	Enlace Google Académico
Magda Viviana Monroy Silva	http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000003418	https://orcid.org/0000-0002-6185-5999	https://scholar.google.com/citations?user=1-B7hJgAAAAJ&hl=es
División	Facultad	Programa	Grupo de investigación
Ingenierías	Ingeniería Industrial	Ingeniería Industrial	Grupo de Investigación en Procesos Organizacionales (GIPO)
Nombre del Co-investigador	Enlace CvLAC	Enlace ORCID	Enlace Google Académico
William Arley Rincón	http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000571776	https://scholar.google.at/citations?user=N-celwMAAAAJ&hl=de	orcid.org/0000-0002-4419-1270
División	Facultad	Programa	Grupo de investigación
Ciencias Administrativas y Económicas	Estadística	Estadística	Ustadística
Nombre del Co-investigador	Enlace CvLAC	Enlace ORCID	Enlace Google Académico
Christian Ricardo Zea Forero	http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000452980	https://orcid.org/0000-0003-0987-6212	https://scholar.google.es/citations?view_op=search_authors&mauthors=christian+ricardo+zea+forero&hl=es&oi=ao
División	Facultad	Programa	Grupo de investigación
Pontificia Universidad Javeriana	Ingenierías	Ingeniería Industrial	CEE: Centro de Estudios de Ergonomía

Resumen de la propuesta	Palabras clave
<p>El estudio de las capacidades físicas de la población colombiana ha sido un tema que ha cobrado interés en los últimos años, especialmente a nivel laboral, debido a los altos índices de enfermedad laboral relacionados con DME en miembros superiores. Actualmente no existen parámetros de fuerza de agarre de la población colombiana que favorezcan el diseño de operaciones, herramientas y entornos saludables; así como tampoco se ha determinado si hay diferencia o similitud entre la fuerza de la mano entre trabajadores administrativos y trabajadores de la industria. Objetivo. Comparar la fuerza máxima de agarre entre una población laboral industrial y una población laboral administrativa de la ciudad de Bogotá. Metodología. Estudio experimental, cuantitativo, correlacional-transversal. En una muestra de hombres y mujeres de 18-62 años, que trabajen en áreas administrativas y en industria, se aplicarán mediciones de dinamometría de mano. Resultados esperados: Generar un referente de fuerza de agarre por poblaciones laborales particulares, un insumo para el diseño de herramientas manuales y para la concepción de ambientes de trabajo seguro. Así como producción académica.</p>	<p>Dinamometría de mano, dinamometría de agarre, fuerza de agarre, actividad manual, actividad no manual</p> <p>Hand dynamometry, grip dynamometry, grip strength, manual activity, non-manual activity</p>

Problema de investigación

El estudio de las dimensiones y de las capacidades físicas de cuerpo humano, ha sido de interés en las últimas décadas. Su propósito principal a través de la Antropometría y la Dinamometría (ramas de la antropología física), es establecer deferencias inter e intra de los individuos y los grupos de personas de una población [2]. Sus resultados se han aplicado en el mundo para el diseño de diferentes elementos de uso cotidiano del ser humano, como en el desarrollo de actividades laborales, académicas, recreativas, de transporte, entre otras.

La aplicación de las dimensiones y capacidades físicas del cuerpo en el ámbito laboral, ha cobrado gran interés. En diferentes países se han realizado estudios que caracterizan población general y/o poblaciones laborales específicas, y se han establecido como referentes para el diseño de herramientas y ambientes de trabajo más cómodos y seguros [3]–[5]. En Colombia, se han hecho algunos intentos para efectuar mediciones antropométricas que tenga implicaciones sobre algún sector de la sociedad. Existe un estudio representativo que se realizó en 1995, la Universidad de Antioquia determinó parámetros antropométricos de la población laboral colombiana [6]. Por otro lado, la Universidad Javeriana determinó la antropometría para el sector transporte de la sabana de Bogotá [7], en 2008 la Universidad Nacional realizó la Evaluación Antropométrica de Estudiantes Universitarios en Bogotá [8], entre otros esfuerzos aislados. Respecto a fuerza, Agredo y colegas [9], realizaron la caracterización de la fuerza de agarre en la población entre 18 y 62 años de la ciudad de Medellín (Antioquia) e Hincapié, O. [10] realizó un estudio orientado a elaborar estándares de la fuerza de agarre en individuos sanos entre 20 y 70 años residentes en la localidad de Usaquén en Bogotá.

Sin embargo, actualmente no existen parámetros antropométricos de mano, ni de la fuerza máxima de agarre de la población colombiana en general, por grupos etareos, por regiones, por ocupaciones u otro, lo que ha conducido a un conjunto de prácticas que no tienen en cuenta las capacidades físicas de las personas. En Colombia, regularmente se acude a parámetros internacionales a la hora de diseñar productos, elementos de trabajo, muebles, espacios, etc., que no se ajustan a la realidad de la población del país. Se ha demostrado que los diseños inadecuados de herramientas y de ambientes de trabajo contribuyen a la aparición de desórdenes musculoesqueléticos (DME).

Los DME de origen laboral son un problema de salud pública en países desarrollados y en desarrollo. En Colombia, representan el 88% de los diagnósticos de enfermedades de origen laboral, dentro de los que predomina el Síndrome de Túnel del Carpo correspondiente al 42.5% de los diagnósticos [11]. Los DME son generados por el requerimiento de posturas forzadas, velocidad de los movimientos y aplicación excesiva de fuerza, impuesto por la naturaleza de la tarea o por el mal diseño de los procesos, puestos y herramientas de trabajo, y la organización del trabajo (tiempos de trabajo-descanso) [12]. En el país, dentro de las poblaciones laborales con mayor incidencia de DME de miembro superior se encuentran la población administrativa y la población de la industria en donde se requiere el uso de la fuerza para la manipulación de herramientas.

La literatura científica no presenta un referente sólido que permita generalizar que existe diferencia significativa entre la fuerza de agarra en población administrativa y población industrial. Por lo expuesto, la presente investigación buscará determinar si existe diferenciación en la fuerza máxima de agarre

entre una población administrativa y una población de la industria de la ciudad de Bogotá, teniendo en cuenta las demandas biomecánicas de cada labor y características personales. Durante el estudio se pretende dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación: ¿Existe diferencia significativa de la fuerza máxima de agarre entre la población laboral industrial y la población laboral administrativa, en la ciudad de Bogotá?

Justificación

El Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 declara dentro de sus apuestas, el pacto por la equidad, que contempla el trabajo decente, el acceso a mercados e ingresos dignos [13]. Se proyecta que a 2030, el país incrementará los indicadores de inclusión productiva, trabajo decente y de cobertura de protección y seguridad social. El concepto de trabajo decente contempla el trabajo seguro, en este sentido, el gobierno se une al interés mundial sobre la salud y seguridad en el trabajo para proveer condiciones de trabajo seguras y dignas que contribuyan a la disminución de los indicadores de accidentalidad laboral, mortalidad y enfermedad laboral; así como a los costos asociados a la no prevención; que permitan mitigar el problema de salud pública actual [14].

En Colombia, la incidencia de enfermedad laboral está relacionada principalmente con los desórdenes musculo esqueléticos (DME), que representan el 80% de los diagnósticos laborales del país. En este sentido, la Dinamometría se han introducido en el ámbito laboral, con la finalidad de caracterizar las dimensiones y capacidades físicas del ser humano, y utilizarlas para adaptar las herramientas y el entorno laboral a ellas, con el fin de optimizar la productividad laboral y la seguridad de los trabajadores [3], [4]. En Colombia, el interés por este tema es emergente, actualmente hay desconocimiento de las capacidades físicas de la población.

Teniendo en cuenta la deficiencia de tablas de fuerza de agarre de la población laboral colombiana, en el año 2018, los autores de la presente propuesta formularon el " Valoración de la fuerza de agarre y de pinza con dinamometría isométrica en población adulta de Bogotá", que se encuentra en ejecución y tiene como propósito generar un referente de dinamometría de mano de la población de la ciudad de Bogotá. La propuesta actual pretende complementar el proyecto en mención, y analizar la fuerza de agarre dos poblaciones laborales específicas, trabajadores administrativos y trabajadores del sector industrial. Asimismo, provee un insumo para el diseño de herramientas manuales y demás productos de accionamiento manual acorde con las capacidades físicas de los trabajadores de acuerdo con su ocupación.

La dinamometría (valoración de fuerza de agarre) ha sido utilizada como un indicador de salud de las personas y permite identificar el balance de la fuerza en la mano dominante en relación a la no dominante, insumo que aporta a los programas de prevención de DME en todos los sectores económicos, a los programas de acondicionamiento físico y a los programas de intervención en las organizaciones. Por otro lado, a nivel laboral la dinamometría ha sido aplicada en el diseño de herramientas manuales para garantizar calidad en el agarre (acoplamiento y reducción de la fuerza) y el uso de máximo el 20% de la fuerza máxima de agarre para evitar fatiga laboral y prevenir la aparición de DME en miembros superiores en la población [15]. En conclusión, contribuye a la promoción de ambientes de trabajo seguro adecuados a las capacidades y limitaciones de los trabajadores de acuerdo con su ocupación.

Objetivo general

Comparar la fuerza máxima de agarre entre una población laboral industrial y una población laboral administrativa de la ciudad de Bogotá.

Objetivos específicos

- Valorar la fuerza máxima de agarre con dinamometría isométrica en una población laboral industrial
- Valorar la fuerza máxima de agarre con dinamometría isométrica en una población laboral administrativa
- Determinar la relación de la fuerza máxima de agarre entre la población laboral industrial y la población laboral administrativa

Estado del arte y marco conceptual

Fuerza máxima de agarre (presión palmar)

La mano es un instrumento mecánico que tiene como función principal la prensión, le otorga a un individuo la capacidad de realizar diversas actividades cotidianas debido a la versatilidad de sus movimientos. "La mano se constituye en el principal órgano para la manipulación física del medio y fuente de información táctil, jugando un rol significativo en el nivel de satisfacción ocupacional [16].

La prensión o fuerza de agarre, debe ser entendida como "la expresión de la acción sinérgica de la musculatura de los dedos y mano" [17]. La fuerza máxima de agarre se logra cuando el individuo tiene disposición, óptima colaboración y motivación para ejercer el esfuerzo, debido a que solo así se obtiene la activación de todos los músculos implicados [18]

Los tipos de prensión o fuerza de agarre que se realizan con la mano se clasifican en:

- Prensión palmar (Grip Strength), conocida como fuerza de agarre, puede ser cilíndrica y esférica. En este tipo de prensión intervienen los dedos y la palma de la mano, se utiliza para tomar objetos pesados y voluminosos [19]. Es relevante en el ámbito laboral, dado que la fuerza muscular de agarre determina la eficiencia en el uso de herramientas y elementos de trabajo.

De acuerdo con Escalona, et.al., "se entiende como fuerza muscular la capacidad para demostrar el grado de potencia de un músculo cuando al movimiento se le opone resistencia, por ejemplo, con objetos o con gravedad o como la capacidad de un músculo o grupo muscular para producir tensión y una fuerza resultante en un esfuerzo máximo, de forma dinámica o estática, en relación con las demandas que se le imponen" [19].

- Prensiones digitales (Pinch Strength), conocidas como agarre de pinza. En este tipo de presión intervienen los dedos. Permite tomar objetos con precisión. Puede presentarse de tres formas [19]:
 - Tip-pinch: El esfuerzo máximo simula un pellizco entre los dedos índice y el pulgar.
 - Lateral/key pinch: El esfuerzo máximo simula un pellizco entre el dedo pulgar y el dedo índice como soporte.
 - Palmar pinch/3 Jaw Chuck: El esfuerzo máximo simula un pellizco entre el dedo pulgar, el del medio y el dedo índice.

La valoración de la fuerza de agarre se realiza con el apoyo de test dinamométricos de la mano, y tiene como objetivo determinar la fuerza muscular generada por los miembros superiores (mano y antebrazo). Para tal fin, se han desarrollado instrumentos precisos y confiables, de fácil uso, que favorecen la exploración rápida, la aplicación de técnicas rigurosas de evaluación y la obtención de resultados reproducibles. Entre los más destacados se encuentra el dinamómetro Jamar, diseñado por Bechtol en 1954, que permite medir la fuerza de presión isométrica [20].

La valoración de la fuerza de agarre varía dependiendo la postura que asume el individuo en el momento de la medición. De acuerdo con la sociedad americana de terapeutas de mano (American Society of Hand Therapists), existe una posición estándar con la cual se puede lograr una medición dinamométrica real [21]. Para la medición de fuerza de agarre (presión palmar) la persona debe estar sentada en una silla con soporte lumbar con la cintura y las rodillas en ángulo de flexión de 90°, tener los pies apoyados en el piso, debe tener los hombros en 0° de rotación paralelo al tronco, el codo debe estar flexionado a 90 grados sin soporte y el antebrazo en una posición neutra, la muñeca puede estar entre 0° y 30° de supinación, pero se recomienda estar en posición neutra [21]. Para la valoración de la fuerza de pinza la Occupational Therapy Assessment Guide sugiere que la persona debe sentarse mirando hacia el frente, manteniendo el brazo pegado al cuerpo y el codo flexionado a 90 grados (paralelo al suelo).

Asimismo, otros estudios han identificado variables que determinan la variación de la fuerza, entre ellas se encuentran [9]:

- Filogenéticos: alteraciones musculares (hipertrofia), en la coordinación muscular, y en el estímulo nervioso. Es decir, deficiencia en el sistema nervioso y la eficiencia de las órdenes motoras específicas.
- Biológicos: deficiencia en la estructura de las fibras musculares, de los procesos neuromusculares, edad y sexo.
- Forma y tamaño del músculo
- Número de fibras musculares: a mayor número de fibras que intervienen en la acción, mayor es la fuerza de contracción resultante
- Edad: los valores máximos de contracción muscular se logran entre los 25 y 30 años.
- Sexo: El valor de la máxima contracción muscular es menor en la mujer que en el hombre.
- Peso Corporal
- Entrenamiento

- Postura del sujeto (biomecánica)
- Dimensiones de la mano (antropometría)
- Factores extrínsecos: clima, la alimentación y la temperatura muscular
- La motivación del individuo en el momento de realizar el esfuerzo

Fuerza máxima de agarre en población laboral industrial y administrativa

En el tiempo, los análisis dinamométricos (medición de fuerza de agarre) han tenido diversas aplicaciones, desde la medicina, la fisioterapia, el deporte y la ingeniería. Algunas orientadas a valorar la capacidad física de individuos y/o de poblaciones generales, de poblaciones laborales específicas, por grupo de edades, por sexo. Entre otras aplicaciones se encuentra la determinación de la relación entre la fuerza de agarre con el estado nutricional de la población, con las dimensiones antropométricas de la mano, con el nivel de entrenamiento de los deportistas, el avance en procesos de rehabilitación, y con las dimensiones y características de las herramientas de trabajo y elementos de protección personal. En el ámbito laboral, son referentes para el diseño de herramientas manuales y de ambientes de trabajo más cómodos y seguros, en combinación con parámetros antropométricos [3]–[5].

El cuerpo literario relacionado con la valoración de la máxima fuerza de agarre se concentra en determinar valores límites para poblaciones específicas: por grupos de edad, por género, por regiones, entre otros [20]. En relación a poblaciones laborales, Singh y colegas [22], encontraron que existe diferencia significativa entre la fuerza máxima de agarre entre trabajadores administrativos y trabajadores de ocupaciones artesanales en la India, especialmente asociada al uso repetitivo de herramientas manuales. Saremi y Rostamzadeh [23] realizaron un estudio con 905 trabajadores manuales y 835 trabajadores no manuales, y determinaron que el valor de la fuerza media era significativamente más alta (12,4%) en los trabajadores manuales respecto a los trabajadores no manuales. Por otro lado, Singh y colegas [24] realizaron la comparación de la fuerza de agarre entre trabajadoras artesanales de tejido, estampado a mano y joyería de imitación, e identificaron que existe diferencia significativa entre los grupos poblacionales, se reportaron valores más altos para el estampado a mano y valores más bajos en el tejido. Hart y Vetter [25], realizaron un estudio que comparaba la fuerza de agarre de trabajadores de una empresa de manufactura y trabajadores de agricultura, y no lograron evidenciar diferencia significativa entre las poblaciones. En Ecuador, Montengro [26] realizó un estudio con personal administrativo de la Universidad Técnica del Norte, identificando que el valor máximo medio de fuerza de agarre para las mujeres fue de 38kgF y la de los hombres 56 KgF, predominando los mayores registros en la mano dominante. En Colombia no se encontraron estudios focalizados a valorar la fuerza de agarre por población ocupacional.

Metodología

Diseño de la Investigación. Corresponde a un Estudio experimental, debido a que se manipulará la variable independiente postura del sujeto de investigación, se controlará la postura del tronco, del brazo y el antebrazo para el registro de la fuerza máxima de agarre en cada uno de los participantes.

Tipo de Investigación. Estudio cuantitativo, transversal y correlacional. Se registrarán datos cuantitativos de las variables de interés durante 2020.

Población. Hombres entre 18 y 62 años y mujeres entre 18 y 57 años, residentes en la ciudad de Bogotá, y que pertenezcan a la población laboral administrativa o a la población laboral industrial de la ciudad de Bogotá.

Se considera población laboral administrativa a aquella que cuyas labores las realiza principalmente con video terminales; y se considera población laboral industrial a aquella cuyo trabajo implica la manipulación de herramientas manuales y/o que requiere el uso de fuerza de los miembros superiores para la ejecución de sus tareas (manipulación manual de cargas, empujar, halar).

Criterios de inclusión. El participante debe cumplir con las siguientes condiciones para hacer parte del estudio:

- No tener antecedentes de fracturas o cirugías en algún segmento de los miembros superiores
- No tener desórdenes musculoesqueléticos (DME) de miembro superior diagnosticados al momento de realizar las pruebas
- No reportar sintomatología osteomuscular de miembro superior en el último mes
- No ser una persona físicamente entrenada de los brazos.
- Manifestar su voluntad de participar en el estudio a través de la firma del consentimiento informado

Criterios de exclusión. No se incluirán en el estudio personas que refieran los siguientes aspectos:

- Tener antecedentes de fracturas o cirugías en algún segmento de los miembros superiores
- Tener desórdenes musculoesqueléticos (DME) de miembro superior diagnosticados al momento de realizar las pruebas
- Reportar sintomatología osteomuscular de miembro superior en el último mes
- Ser una persona físicamente entrenada de los brazos.

Muestra. La determinación de la muestra se hará a través del método probabilístico, muestreo aleatorio simple, y de forma independiente para las poblaciones laborales de interés. Teniendo en cuenta que no se conoce el tamaño de la población laboral administrativa y de la población laboral industrial de la ciudad de Bogotá, se aplicará la siguiente fórmula:

$$n_i = \frac{z^2 \cdot p \cdot q}{e^2}$$

n_i : Tamaño de la muestra de la población i .
 i : 1 (población administrativa), 2 (población industrial)
 p : Probabilidad de éxito
 q : Probabilidad de fracaso
 e : Error muestral

Teniendo en cuenta que no hay referentes del comportamiento de la población de estudio, p asume un valor de 0.5, por lo tanto, q (1- p) toma el valor 0.5. Con un nivel de confianza del 95%, el parámetro z asume el valor de 1.96. Se aceptará un margen de error del 5%.

$$n_1 = \frac{1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{0.05^2} = 384,16 \quad y \quad n_2 = \frac{1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{0.05^2} = 384,16$$

Es decir, que se incluirá en el estudio una muestra de 384 personas de la población laboral administrativa y una muestra de 384 personas de la de población laboral industrial de la ciudad de Bogotá.

Técnicas de recolección y análisis de información

Objetivo Específico	Técnica de recolección de información	Instrumentos de recolección de información	Fuente de Información	Técnica de análisis de información
Valorar la fuerza de agarre con dinamometría isométrica en una población laboral industrial	Medición directa con dinamometría isométrica.	Dinamómetro	Primaria: Trabajadores de la población laboral industrial de la ciudad de Bogotá	Estadística Descriptiva, medidas de tendencia central
Valorar la fuerza de agarre con dinamometría isométrica en una población laboral administrativa	Medición directa con dinamometría isométrica	Dinamómetro	Primaria: Trabajadores de la población laboral industrial de la ciudad de Bogotá	Estadística Descriptiva, medidas de tendencia central
Determinar la relación de la fuerza de agarre entre la población laboral industrial y la población laboral administrativa	No aplica.	No aplica.	Base de datos consolidada con los resultados de los objetivos 1 y 2	Generación de hipótesis estadística y aplicación del análisis de diferencias de medias a través del software libre R Studio

Las variables a considerar en el estudio son:

VARIABLES DE ANÁLISIS	VARIABLES DE CONTROL
<ul style="list-style-type: none"> Fuerza de agarre máxima media en la mano derecha (KgF) Fuerza de agarre máxima media en la mano izquierda (KgF) Población laboral administrativa Población laboral industrial 	<ul style="list-style-type: none"> Edad Sexo Hábitos: consumo de cigarrillo, consumo de alcohol, consumo de sustancias psicoactivas, acondicionamiento físico. Dimensiones antropométricas de la mano

Consideraciones éticas. A continuación, se relacionan las consideraciones éticas aplicables a la investigación:

Derechos de los participantes: De acuerdo con la Declaración de Helsinki de 1964 y los principios éticos y el código de la conducta de la American Psychological Association (2003), los participantes de la presente investigación tienen los siguientes derechos:

1. La participación en este estudio es de carácter voluntario. Podrá negarse a participar en el estudio y abandonarlo en cualquier momento que así lo consideren conveniente, así como negarse a proporcionar información.
2. Conocer los fines del estudio, y realizar cualquier pregunta, comentario, o sugerencia a los investigadores en cualquier momento de las pruebas.
3. Conocer sus datos y retirarlos del estudio en caso que desee hacerlo. Debe manifestarlo de forma inmediata, al momento de finalizar las mediciones.
4. A ser informado de los resultados generales del estudio una vez este haya concluido. La información puede ser suministrada de forma directa por parte de los investigadores a través de un resumen ejecutivo.
5. Mantener su anonimato en la investigación, los resultados de la investigación se presentarán de forma global y no individual.

Consentimiento Informado: Una vez el participante conoce el propósito de la investigación y su papel en la misma, es necesario que proporcione por escrito el consentimiento explícito acerca de su colaboración, para ello se le suministrará el formato de consentimiento informado (Anexo 1).

Riesgos y molestias. No existe ningún tipo de riesgo o molestia asociado a la investigación. No incluye mediciones invasivas o riesgos en su salud.

Gastos económicos para los participantes. El participante no tendrá ningún gasto económico relacionado con este estudio

Anonimato y Confidencialidad. Toda la información recopilada durante la investigación es de carácter confidencial. Nadie podrá tener acceso a la información individual de los participantes exceptuando a los investigadores. El nombre o documento de identidad de los participantes no serán asociados a ningún resultado ni serán mencionados en el informe o documento. La información será tratada de acuerdo a la ley 1581 de 2012 (Hábeas data).

Resultados esperados

Tipo de producto	Detalle	Cantidad	Descripción
Generación de nuevo conocimiento	Artículos de investigación	1	Artículo en revista indexada categoría Q3
Actividades de investigación, desarrollo e innovación	Productos empresariales	1	Informe técnico.
Apropiación social del conocimiento	Estrategias pedagógicas para el fomento de la CTI.	1	EPA. Grupo de estudio
	Circulación del conocimiento especializado	2	EC_A. Ponencia en evento científico
Formación de Recurso Humano	Trabajos de grado	2	TP_B: Dirección de Trabajo de grado de Pregrado

Presupuesto					
Horas nómina					
Concepto	Nombre	Escalafón	Horas mes	Sede / Seccional o Externo	Total (\$)
Horas Nomina (Investigador Principal)	Magda Viviana Monroy Silva	3	20	Sede principal	Total: \$ 6.438.750 (Valor Hora: \$32.194)
Horas Nomina (Co-Investigadores)	William Arley Rincón	4	20	Sede principal	Total: \$ 7.313.750 (Valor Hora: \$36.569)
	Christian Ricardo Zea Forero	N/A	32	Externo - PUJ	\$ 17.594.687
Total					\$ 31.347.187

FINANCIACIÓN	RECURSO	DESCRIPCIÓN	Valor partida	Valor contrapartida (Externa)	Total (\$)
RUBROS	Servicios Técnicos		\$ 0	\$ 0	\$ 0
	Salidas de campo		\$ 0	\$ 0	\$ 0
	Equipos		\$ 0	\$ 14.626.015	\$ 14.626.015
	Materiales, insumos y software		\$ 0	\$ 0	\$ 0
BOLSAS	Papelería	Elementos de papelería: carpetas, esferos, resaltadores, tablas de apoyo, post-it, resmas de papel, entre otros.	\$ 200.000	\$ 0	\$ 200.000
	Fotocopias	Fotocopias de los consentimientos informados y formatos de recolección de información	\$ 200.000	\$ 0	\$ 200.000
	Material bibliográfico		\$ 0	\$ 0	\$
	Auxilio de transporte	Servicio de transporte tipo Van dentro de la ciudad de Bogotá, aproximadamente 45 días de toma de datos	\$ 4.500.000	\$ 0	\$ 4.500.000
	Movilidad	Participación en un evento nacional y un evento internacional	\$ 9.000.000	\$ 0	\$ 9.000.000
	Publicaciones (Artículos, proceso editorial y traducción)	Traducción y publicación de artículo	\$ 4.500.000	\$ 1.000.000	\$5.500.000
TOTAL PARTIDA:					\$ 32.152.500
TOTAL CONTRAPARTIDA:					\$ 33.220.702
TOTAL DEL PROYECTO:					\$ 65.373.302

Referencias bibliográficas

- [1] Universidad Santo Tomás, “PLANES DE DESARROLLO USTA 2016-2019,” 2016.
- [2] S. Pheasant and C. M. Haslegrave, *Bodyspace. Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work*. CRC Press, 2018.
- [3] ISO, “ISO 13857: Safety of machinery — Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs,,” 2008.
- [4] ISO, “ISO 7250: Basic human body measurements for technological design-Part 1: Body measurement definitions and landmarks,,” 2017.
- [5] ISO, “ISO 14738: Safety of machinery. Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery. Geneva: ISO,,” 2002.
- [6] J. Estrada Muñoz, J. A. Camacho Pérez, and M. T. Restrepo, *Parámetros antropométricos de la población laboral colombiana: ACOPLA 95*, 1a ed. Medellín, 1995.
- [7] L. A. Quintana Jimenez and L. Saavedra Robinson, *Antropometría para el sector transporte en la sabana de Bogotá*. 2006.
- [8] M. Vargas-Zárate, F. Becerra-Bulla, and Y. E. Prieto-Suárez, “Anthropometric evaluation of university students in Bogotá, Colombia.”
- [9] V. Agredo Silva, J. D. Ramírez Patiño, L. J. Correa LLano, S. Montoya Gonzalez, and C. A. Idarraga Martínez, “Caracterización de la fuerza de agarre en la población entre 18 y 62 años de la ciudad de Medellín (Antioquia),” Universidad Autónoma de Manizales, 2010.
- [10] O. L. Hincapié, “Elaboración de estándares de la fuerza de agarre en individuos sanos entre 20 y 70 años residentes en la localidad de Usaquén, Bogotá,” *Rev. Colomb. Rehabil.*, 2018.
- [11] Ministerio del Trabajo and Organización Iberoamericana de Seguridad Social, “INFORME EJECUTIVO II ENCUESTA NACIONAL GENERAL DE RIESGOS LABORALES DE COLOMBIA,,” 2013.
- [12] Ministerio de la Protección Social and Pontificia Universidad Javeriana, *Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Desórdenes Musculoesqueléticos (DME) relacionados con Movimientos Repetitivos de Miembros Superiores (Síndrome de Túnel Carpiano, Epicondilitis y Enfermedad de De Quervain (GATI-DME) SUBCENTRO DE SEGUR.* 2006.
- [13] DNP, “Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. Pacto por Colombia, Pacto por la equidad,,” 2018.
- [14] OIT, “Directrices relativas a los sistemas de gestión en seguridad y salud en trabajo,,” 2001.
- [15] T. Álvarez Bayona Carlos Sánchez Villar Antonio Merayo Sánchez, “Herramientas manuales: criterios ergonómicos y de seguridad para su selección,,” 2016.
- [16] M. Ekio lu, “Normative static grip strength of population of Turkey, effects of various factors and a comparison with international norms,,” *Appl. Ergon.*, vol. 52, pp. 8–17, 2016.
- [17] A. Møller *et al.*, “Does a history of physical exposures at work affect hand-grip strength in midlife? A retrospective cohort study in Denmark,,” *Scand. J. Work. Environ. Heal.*, vol. 39, no. 6, pp. 599–608, 2013.
- [18] A. Kunelius, S. Darzins, J. Cromie, and J. Oakman, “Development of normative data for hand strength and anthropometric dimensions in a population of automotive workers,,” *Work*, vol. 28, no. 3, pp. 267–78, 2007.
- [19] P. Escalona D’, J. Naranjo, V. Lagos, and F. Solís, “Parámetros de Normalidad en Fuerzas de Prensión de Mano en Sujetos de Ambos Sexos de 7 a 17 Años de Edad,,” *Rev. Chil. Pediatría*, vol. 80, no. 5, pp. 435–443, 2009.
- [20] R. M. Dodds, H. E. Syddall, R. Cooper, D. Kuh, C. Cooper, and Avan Aihie Sayer, “Global variation in grip strength: A systematic review and meta-analysis of normative data,,” *Age Ageing*, vol. 45, no. 2, pp. 209–216, 2016.

- [21] R. Jain, M. L. Meena, M. K. Sain, and G. S. Dangayach, "Impact of posture and upper-limb muscle activity on grip strength," *Int. J. Occup. Saf. Ergon.*, vol. 25, no. 4, pp. 614–620, 2019.
- [22] A. K. Singh, M. L. Meena, and H. Chaudhary, "Measuring static muscular strength among female operatives: a cross-sectional comparison in different handicraft occupations," *Int. J. Occup. Saf. Ergon.*, vol. 0, no. 0, pp. 1–12, 2018.
- [23] M. Saremi and S. Rostamzadeh, "Hand dimensions and grip strength: A comparison of manual and non-manual workers," *20th Congress of the International Ergonomics Association, IEA 2018*, vol. 826. Springer Verlag, School of Health, Safety and Environment, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran, pp. 520–529, 2019.
- [24] A. K. Singh, M. L. Meena, and H. Chaudhary, "Measuring static muscular strength among female operatives: a cross-sectional comparison in different handicraft occupations," *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. Taylor and Francis Ltd., Department of Mechanical Engineering, Malaviya National Institute of Technology, India, 2018.
- [25] A. Harth and W. R. Vetter, "Grip and pinch strength among selected adult occupational groups," *Occup. Ther. Int.*, vol. 1, no. 1, pp. 13–28, 1994.
- [26] S. A. Montenegro Revelo, "EVALUACIÓN DE LA FUERZA DE AGARRE EN EL PERSONAL ADMINISTRATIVO DEL VICERRECTORADO ADMINISTRATIVO, DIRECCIÓN DE BIENESTAR, DIRECCIÓN FINANCIERA, DIRECCIÓN DE DIRECCIÓN FINANCIERA, DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE TALENTO HUMANO Y UNIDAD DE MANTENIMIENTO E IMPRENTA," 2016.

Anexos relacionados con la presentación de la propuesta

- Anexo I. Consentimiento Informado
- Anexo II. Copia del acta del comité de investigación de la Facultad de Ingeniería Industrial constancia de la revisión y aprobación del proyecto.
- Anexo III. Carta aval líder de grupo de investigación y Carta aval decano de división
- Anexo IV. Carta de intención Pontificia Universidad Javeriana
- Anexo V. Certificado de verificación de software antiplagio Turnitin